PROCESSOS EROSIVOS NO MÉDIO VALE DO RIO PARAÍBA DO SUL (RJ/MG): O EFEITO DO REBAIXAMENTO DOS NÍVEIS DE BASE

Therence Paoliello de SARTI
Marcelo Motta de FREITAS

RESUMO

O médio vale do rio Paraíba do Sul possui relevo caracterizado por colinas com formas côncavas e convexas e por uma proliferação de bacias de drenagem tributárias garantindo alta densidade de drenagem. Os processos de evolução remontante dessas redes de drenagem desenvolvem processos de captura, de acordo com a altimetria dos níveis de base que as regulam. Os rios Santa Fé e Chiador, como pequenas bacias tributárias dos rios Paraibuna e Paraíba do Sul, respectivamente, correm em sentidos opostos e possuem um divisor de águas bastante suave, suscitando a investigação a deslindar o comportamento erosivo e deposicional destas bacias, através de sua relação com os processos de rebaixamento do nível de base.

Analisando a roseta de orientação de drenagem percebe-se que os canais dos rios seguem preferencialmente as lito-estruturas do substrato geológico da área. A maior parte dos canais seguem o “strike” da foliação, gerado durante a Orogênese Brasiliana, enquanto que o restante segue o “strike” das fraturas em diferentes direções formadas durante a abertura do oceano Atlântico. O mapa hipsométrico demonstra um nível topográfico rebaixado na bacia do rio Santa Fé (260 a 300m), relativo a um trabalho erosivo mais efetivo. Este fato reflete a ação do “Knickpoint” próximo à foz do rio Chiador (300m) que controla a erosão e sedimentação desta bacia dando origem a um vale largo e espraiado em um grande alvéolo. Este mesmo fato é indicado pelo perfil longitudinal com varredura de topos que apresenta maior amplitude de relevo na bacia do rio Santa Fé. É possível perceber ainda esta diferença de trabalho erosivo entre as duas bacias no mapa de voçorocas e terraços fluviais, os quais aparecem ao longo da bacia do rio Santa Fé enquanto não ocorrem no rio Chiador.

Os terraços fluviais ao serem formados expõem faces de exfiltração para as águas que migram das vertentes, podendo haver em situações de poro-pressão crítica a remoção de sedimentos, dando origem às voçorocas. O perfil estratigráfico no divisor de águas mostra características de material fluvial além de possuir uma camada de cor acinzentada advinda de um antigo nível freático abandonado. Esta mesma camada é encontrada em perfis na bacia do rio Santa Fé. Acredita-se que esta bacia era parte integrante da bacia do rio Chiador controlada pelo mesmo nível de base em sua foz. O processo de captura advindo de uma drenagem tributária do rio Paraibuna inverteu gradativamente o curso da porção superior desta paleo-drenagem, constituindo a nova bacia do rio Santa Fé, ainda em expansão, sob a regulação de um nível de base a 260m. Este processo deixa marcas na paisagem atual que reflete ainda o ajuste do sistema de drenagem ao novo nível de base mais baixo. Estas evidências consistem na presença de voçorocas, tanto nas encostas quanto dissecando terraços fluviais, bem como nos perfis estratigráficos desses terraços que evidenciam o nível freático antigo, mais alto que o atual, em horizontes acinzentados, reduzidos pela presença anterior da água.

INTRODUÇÃO

A compreensão dos fenômenos de captura de drenagem são de extrema importância para o entendimento da evolução da paisagem. A captura de drenagem ocorre quando a rede de drenagem de uma bacia, de nível de base mais baixo em relação à de uma bacia vizinha, se expande até atingir e rebaixar o interflúvio destas bacias capturando a rede de drenagem da bacia de nível de base mais alto (COELHO NETTO 1990). Através dela as redes de drenagem são organizadas e reorganizadas de acordo com as variações ambientais. CHRISTOFOLETTI (1981) em seu livro Geomorfologia Fluvial descreve de forma sucinta algumas características das capturas de drenagem. Neste mesmo livro Christofoletti descreve um trabalho de AB'SABER (1957) sobre a captura de drenagem do Rio Tietê pelo rio Paraíba do Sul, o qual seria uma das mais significativas capturas no Brasil. Nesta captura o nível altimétrico mais baixo do rio Paraíba do Sul teria favorecido a erosão regressiva de suas cabeceiras até capturar o Tietê. Mais recentemente, OLIVEIRA (2003) demonstrou a captura do rio Guaratuba – SP, que teria sido capturado pela regressão da escarpa da Serra do Mar. Já COELHO NETTO (2003) faz referência à existência de divisores recuados e rebaixados na bacia do rio Bananal evidenciando a possibilidade de um rio ultrapassar seu divisor e promover uma captura. Neste mesmo trabalho a autora cita ainda um caso de captura de drenagem do vale do córrego Campo Alegre pelo rio Barreiro de Baixo. Além disso estudos como o de LEAL (2004) em estudos no rio Piracema, Bananal-SP, demonstram ainda a pirataria de águas sub-superficais de uma bacia para outra vizinha, de nível de base mais baixo, reforçando a tese da possibilidade de um rio cruzar seu divisor.

O objetivo principal deste trabalho tem como escopo a análise do processo de captura de drenagem e o desencadeamento de voçorocas associados ao fenômeno de rebaixamento do nível de base, avaliando seus reflexos na forma da paisagem e estrutura da rede de drenagem na bacia do rio Santa Fé, comparando-a a bacia adjacente do rio Chiador, ambas situadas na fronteira dos Estados de Rio de Janeiro e Minas Gerais, nos arredores a Cidade de Três Rios no médio vale do Paraíba do Sul.

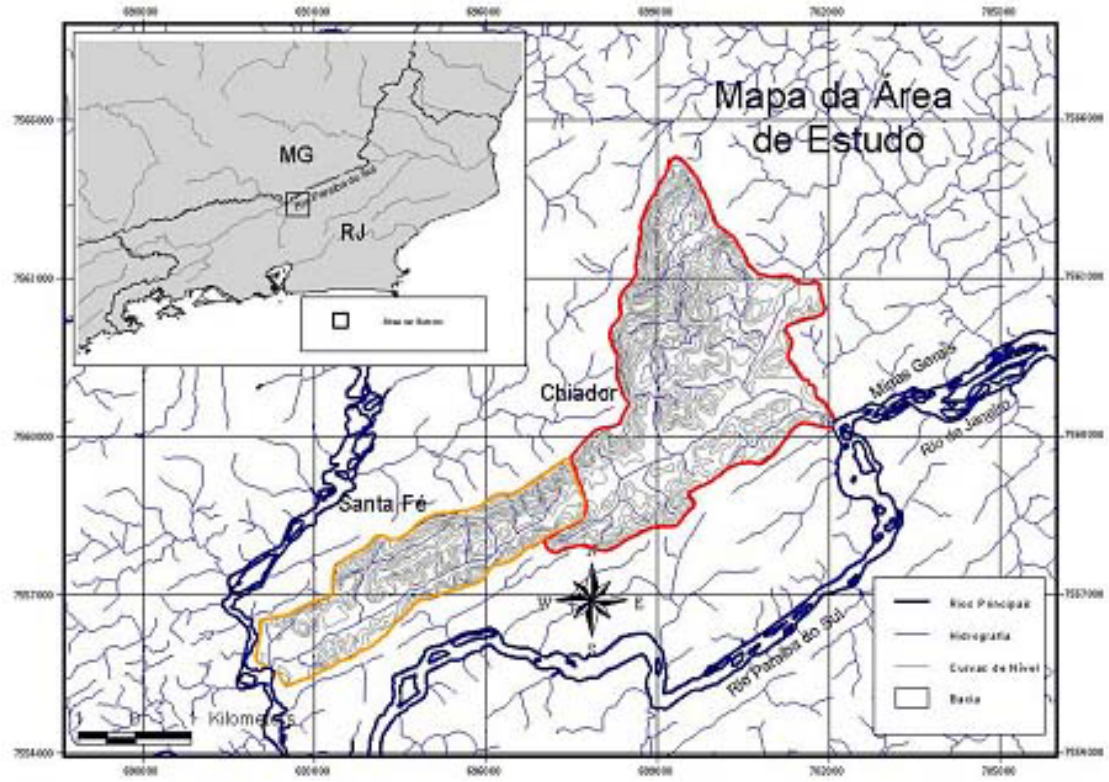
Este estudo recai ainda no papel exercido pelas lito-estruturas, no controle dos processos erosivo-deposicionais na formação do relevo e suas relações com o processo de rebaixamento de nível de base.

A área de estudo (fig. 1) está localizada na fronteira do estado do Rio de Janeiro com Minas Gerais, no Médio Vale do Rio Paraíba do Sul, próxima ao Rio Paraíba do Sul, entre a Serra do Mar e a Serra da Mantiqueira, em uma região conhecida como Zona da Mata Mineira. Nesta área foram selecionadas as bacias dos rios Santa Fé e Chiador, sendo a primeira, afluente do Rio Paraibuna, e a segunda, afluente direta do rio Paraíba do Sul.

Trata-se de uma região formada por relevo de colinas, bastante erodida, recoberta por um espesso regolito, com feições côncavas e convexas e vales planos e espessos. AB' SABER (2003) classifica tal região como 'mar de morros'.

Os rios Santa Fé e o Chiador possuem uma rede de drenagem com um padrão dendrítico arborescente, de baixa ordem hierárquica (3ª ordem). A baixa declividade de seus fundos de vale garante a ocorrência de extensos alvéolos, sendo a bacia do rio Chiador controlada por um *knickpoint* próximo à sua foz no rio Paraíba do Sul. O rio Santa Fé possui características bastante semelhantes ao Chiador, porém com um alvéolo de menor proporção e foz no rio Paraibuna que posteriormente alimenta o rio Paraíba do Sul. As bacias são adjacentes por suas cabeceiras, possuindo um divisor de águas rebaixado, situado na vila de Penha Longa, que chama a atenção por ser constituído por material fluvial (SARTI *et al*. 2004).

A Mata Atlântica como cobertura vegetal original desta área, foi removida com a passagem do ciclo cafeeiro e atualmente a região é recoberta em quase sua totalidade por pasto com raríssimos e pequenos fragmentos de Mata Atlântica secundária.



Geologicamente a área está situada no Domínio Juiz de Fora do Terreno Ocidental e na Klippe Paraíba do Sul da porção central da Faixa Móvel Ribeira (Fig. 2). A área possui como principais estruturas a foliação mineral na direção NE-SW referente à Orogênese Brasiliana (HEILBRON, 1995, 2004) e fraturas em variadas direções geradas na quebra do continente Gondwana e abertura do oceano Atlântico (RICOMINI, 2004 e MOHRIAK, 2004)

O domínio Juiz de Fora é constituído por um embasamento formado por rochas ortoderivadas, pré 1,8 Ga, com paragênese de fácies granulito do complexo de nome homônimo. Predominantemente são encontrados ortogranulitos enderbíticos e charnonockíticos, com tipos gabróicos subordinados, de coloração esverdeada ou caramelo de estrutura maciça a escala magascópica e textura comumente granoblástica. Sua formação envolvem dois pulsos metamórficos de alto grau com intenso processo de milonitização. Sua cobertura supra-crustal, gerada no neoproterozoico, faz parte da Megassequência Andrelândia. São silimanita-granada-biotita gnaisses com intercalações de quartzo impuro, rochas calciossilicáticas e anfibólitos, de granulometria média a grossa, foliação marcante e bandamento gnaissico muitas vezes presente. São comuns a presença de estruturas migmatíticas estromáticas, evidenciando o desenvolvimento de anatexia *in situ* No Klippe Paraíba do Sul o embasamento paleoproterozóico é formado por rochas do Complexo Quirino composto por hornblenda-biotita ortognaisse granodiorito a granítico, com enclaves de rochas básicas e ultra-básicas. Sua estrutura caracteriza-se pela ausência de bandamento composicional, e uma foliação marcante. Ocorrem ainda intercalações de anfibolito e lentes de leucogranitos. As rochas do Grupo Paraíba do Sul compõem a cobertura metassedimentar neoproterozóica. Estas são silimanita-granada-muscovita-biotita gnaisses, que possuem uma marcante foliação definida pelo arranjo planar de micas e pela alternância de bandas com diferentes tamanhos de grãos, apresentando indícios de fusão parcial. Associadas a estas rochas aparecem lentes de mármore (DUARTE *et al.* 2003).

Ao longo das duas bacias são encontrados sedimentos quaternários, principalmente na forma de alvéolos, com destaque para o alvéolo controlado pelo nível de base do rio Chiador. Estes sedimentos encontram-se muitas vezes dissecados pelos canais formando os terraços fluviais (os alvéolos e os terraços fluviais serão caracterizados adiante). O relevo, de colinas, é todo recoberto por um manto de regolito na forma de elúvio e colúvio.

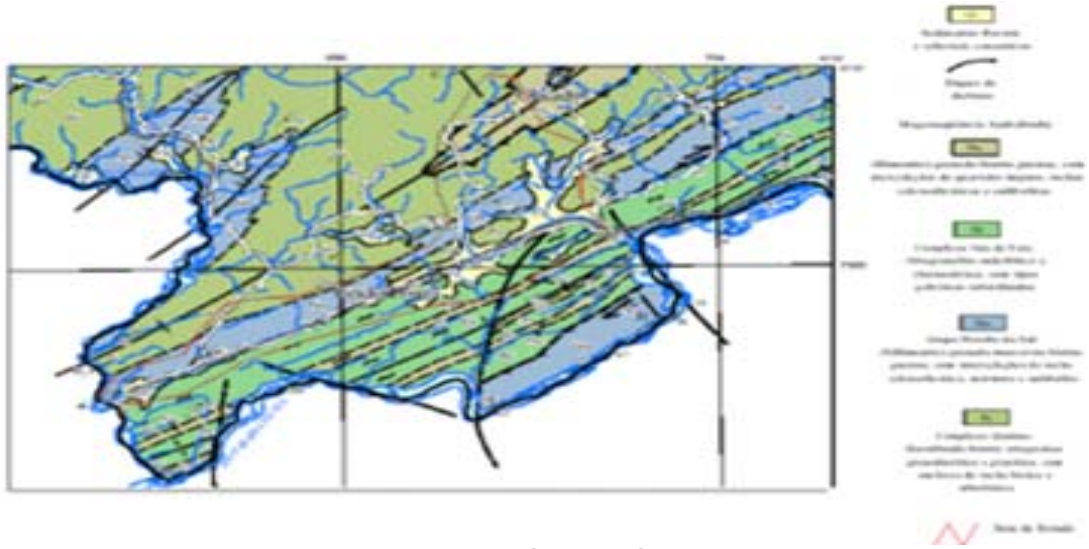


Figura 2 – Mapa geológico da área de estudo

MÉTODOS E TÉCNICAS

Durante a elaboração deste trabalho foram realizados procedimentos que envolveram atividades em escritório, biblioteca e laboratório, além de sucessivos trabalhos de campo para a observação das feições morfológicas e seus processos erosivos, mensuração de dados estruturais e coleta de amostras em perfis estratigráficos.

Sendo assim foram estas as seguintes etapas na realização deste trabalho:

I- Levantamento bibliográfico de trabalhos em geologia, geomorfologia, hidrologia e estratigrafia relacionados ao tema;

II- Análise da carta topográfica de Três Rios, na escala de 1:50.000, para a elaboração de um perfil longitudinal com varreduras de topo em ambas as bacias. O perfil longitudinal foi produzido a partir da representação do canal fluvial em um plano, determinando os pontos em que este ultrapassa curvas de nível, respeitando suas respectivas altitudes. Junto a este perfil foram marcados os topos que formam os divisores de água da bacia com objetivo representar a erosão causada pelo canal

III- Download da carta Três Rios no site do IBGE (www.ibge.gov.br), na escala de 1:50.000, contendo curvas de nível e rede de drenagem. Nesta carta foram feitas as devidas modificações, para sua utilização no programa Arc View. A partir desta base digital foi feito um Mapa hipsométrico com destaque para as altitudes, de acordo com as seguintes classes: abaixo de 280m, entre 280-300m, entre 300-400m e acima de 400m. O destaque dado à curva de 280m é relativo à ocorrência do *knickpoint* que suspende a bacia do Chiador.

IV) Mapa de voçorocas e mapas de terraços fluviais com o auxílio de fotos aéreas de escala 1:30.000, da CEMIG, onde estas feições foram identificadas com a ajuda de um estereoscópio e posteriormente passadas para um papel poliéster, para então serem passadas a base digital.

V) Sobre o mapa da rede de drenagem na escala 1:50.000 cobriu-se a extensão dos segmentos de drenagem, tendendo a retilinizá-los, marcando com cores diferentes as direções predominantes. A partir da soma de segmentos de mesma orientação calculou-se suas representações em percentuais e assim plotadas em gráficos de valores concêntricos (rosetas). Estes valores serão comparados com as orientações das estruturas do substrato geológico.

VI)Trabalho de campo

A) Ao longo de algumas visitas a campo foram catalogados, interpretados e fotografados as principais feições morfológicas, como alvéolos, terraços fluviais, voçorocas e descontinuidades no gradiente das encostas.

B) Também foram elaboradas oito seções estratigráficas em diferentes pontos ao longo da bacia em terraços e planícies fluviais: Uma amostra na planície fluvial do rio chiador; cinco amostras em um corte feito pela linha do trem no divisor de águas; e mais três amostras na parede de dissecação de tributários do rio Santa Fé.

RESULTADOS

Comparando os dados da roseta de orientação de drenagens (Figuras 3 e 4) com as estruturas descritas por HEILBRON (1995, 2004) e MOHRIAK (2004) a respeito das rochas, estruturas e suas orientações é possível perceber que estas são coincidentes, o que demonstra o efetivo controle das rochas no desenvolvimento da rede de drenagem. O canal principal dos rios Santa Fé e Chiador correm ao longo da direção NE-SW correspondente ao strike da foliação brasiliana. O rio Santa Fé segue ao longo do contato entre as rochas do Grupo Paraíba do Sul com as do Complexo Juiz de Fora e também no contato destas com o Complexo Quirino, enquanto que o rio Chiador corre ao longo deste último contato. Os tributários deste dois rios são orientados pelos sistemas de fraturas em direções ortogonais (NW-SE). Comportamento semelhantes foram descritos por Coelho Netto *et al.* (1995), mais a montante no médio vale do rio Paraíba do Sul.

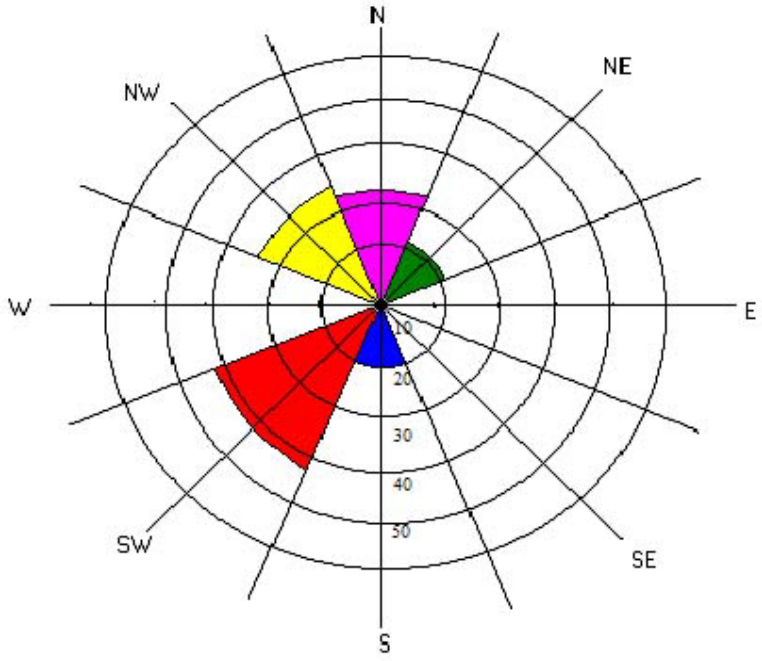


Fig. 3 - Roseta de orientação de drenagem do rio Chiador (em percentual)

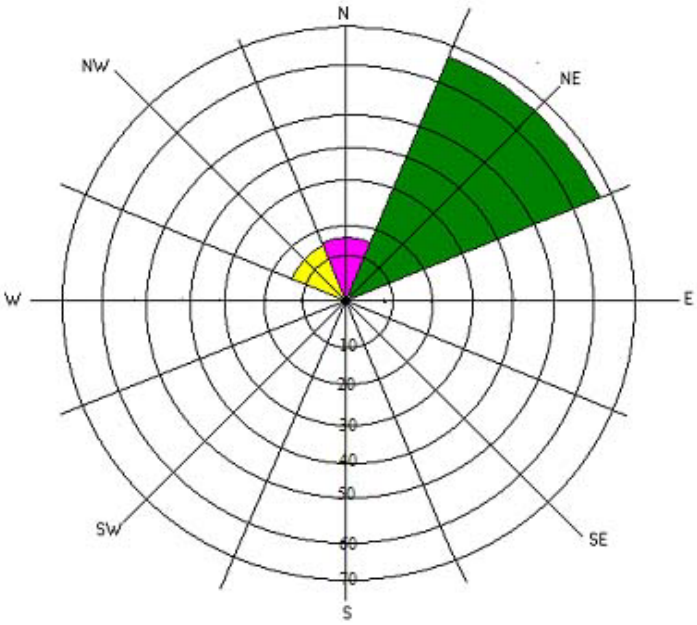


Fig. 4 – Roseta de orientação de drenagem do rio Santa Fé (em percentual)

Ao trocar de direção, próximo a sua foz, o rio Chiador deixa de correr pela foliação (330º/85º) e passa a ser controlado por uma fratura (240º/88º). Neste momento ele passa por um outro litotipo formado por rochas da Megasequencia Andrelândia que da origem ao nível de base desta bacia, assim como descrito por EIRADO SILVA (1993), quando ressalta a importância do "set" de fraturas no surgimento dos knickpoints, também no médio vale do rio Paraíba do Sul.

Este nível de base manteve suspensa boa parte da bacia do rio Chiador, com exceção de sua foz, no rio Paraíba do Sul, garantindo um desnivelamento de 40 metros em relação ao vale suspenso. A partir do nível de base, o vale apresenta-se entulhado de sedimentos, com uma superfície plana bastante extensa, definindo um alvéolo sedimentar de depósitos fluviais, como descreve DANTAS *et al*. (1995) em seu trabalho na bacia do rio Bananal. Este autor demonstra que os níveis de base locais promovem o acúmulo de sedimentos a montante, à medida que diminuem a capacidade de transporte fluvial. Acompanhando a ocorrência dos knickpoints, a distribuição da sedimentação é também heterogênea ao longo da rede de drenagem. No rio Chiador, a ocorrência de um grande alvéolo, topograficamente uniforme, aliada a ausência de voçorocas, mostram que este vale passa por um longo período de estabilidade do nível de base, onde não ocorreu um processo de entalhe que deixasse suspensos terraços fluviais, nem incisão de voçorocamentos sobre as encostas.

Já no vale do rio Santa Fé, inclusive em alguns de seus tributários, são encontrados terraços fluviais (fig 5). Estes terraços são indícios de uma antiga planície de inundação, referente a um período de agradação do nível de base que posteriormente passou por uma reativação erosiva que retrabalhou os sedimentos depositados. No domínio das encostas, a presença de voçorocas ativas mostra que este trabalho erosivo continua em atividade em direção as mesmas, sobretudo em direção ao eixo das concavidades corroborando com os resultados do trabalho de COELHO NETTO *et al*. (1988).

As voçorocas na área se encontram no interior das concavidades e possuem ligação com a rede de drenagem. Elas dissecam as superfícies de complexo de rampa realizando a expansão da rede de drenagem. Nas faces expostas pelas voçorocas é possível se perceber descontinuidades hidráulicas existentes nos contatos saprolito-colúvio e também no interior dos pacotes coluviais. No vale do rio Chiador não são encontrados terraços fluviais evidentes, nem voçorocas.

O rio Santa Fé corre longitudinalmente ao rio Chiador sendo separado deste por um suave divisor constituído por materiais com características de depósito aluvial, segundo

demonstram as seções estratigráficas. Este rio também possui um grande alvéolo, porém, de menor proporção em relação ao rio Chiador. Assim como no Chiador, este alvéolo mostra um ajuste do fundo de vale ao nível de base que o regula, neste caso o rio Paraibuna na altura de sua foz. Porém, neste caso, a presença marcante de terraços fluviais mostra um trabalho de incisão no vale revelando um subseqüente momento de degradação do nível de base e a reativação dos processos erosivos, que avançam sobre as encostas formando as feições incisas das voçorocas.

Através da análise do mapa hipsométrico (fig. 6) pode-se perceber que bacia do rio Chiador, a montante de um nível de base local, está situado, entre as cotas de 300 a 680 metros, possuindo cotas menores em uma pequena porção, de elevado gradiente, a jusante do knickpoint. Isso mostra o controle do nível de base nesta bacia. Por outro lado à bacia do rio Chiador possui um nível de base mais baixo, na cota 240m, em sua foz no rio Paraibuna. Percebe-se então a montante deste nível de base um grau de dissecação, entre as cotas de 240m a 280 m e 280m a 300m, de gradiente suave, que se diferencia da bacia do rio Chiador. Apenas no domínio das vertentes e na região próxima a nascente do Santa Fé é que são encontradas cotas superiores a 300m. A partir dai pode-se reafirmar o papel do nível de base nas duas bacias, permitindo que a bacia do Santa Fé aprofunde mais o seu vale em relação à bacia do rio Chiador.

O perfil longitudinal do rio Chiador (fig. 7) apresenta, próximo a sua foz, um gradiente bastante abrupto, que termina em um nível de base. A partir daí o relevo possui uma inclinação suave até sua nascente a 320m de altitude, demonstrando o vale afogado de sedimentos e ajustado ao nível de base local.

Enquanto isso o perfil longitudinal do rio Santa Fé (fig. 8) apresenta uma inclinação suave entre as cotas 240 a 300 metros, com um leve acréscimo de seu gradiente próximo ao divisor com o rio Chiador, de 300 a 320 metros.

Nota-se a erosão diferenciada nestas duas bacias. Enquanto o rio Chiador a montante de seu nível de base, não conseguiu incidir o seu leito abaixo da cota 300m, o rio Santa Fé conseguiu aprofundar seu vale até a cota de 240m, gerando uma amplitude e relevo maior, como demonstra a varredura dos topos.

Tais evidências levam a crer que o rio Santa Fé apresentava-se como parte integrante da bacia do rio Chiador, sendo regulada pelo nível de base deste.

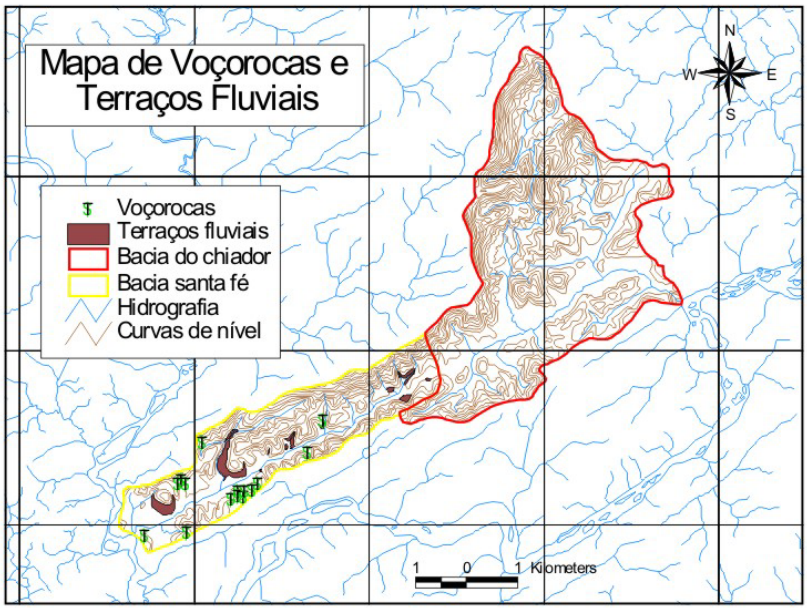


Figura 5 – Mapa de Voçorocas e terraços fluviais

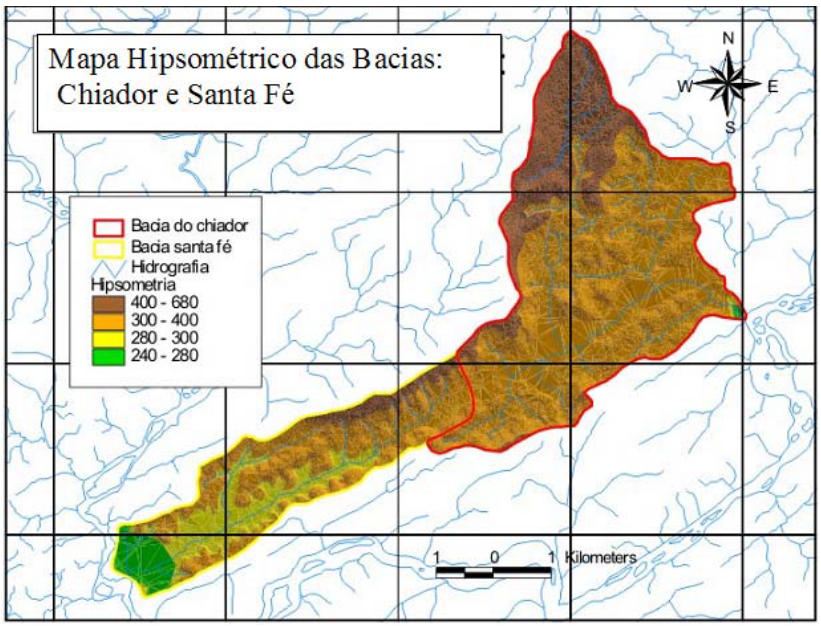
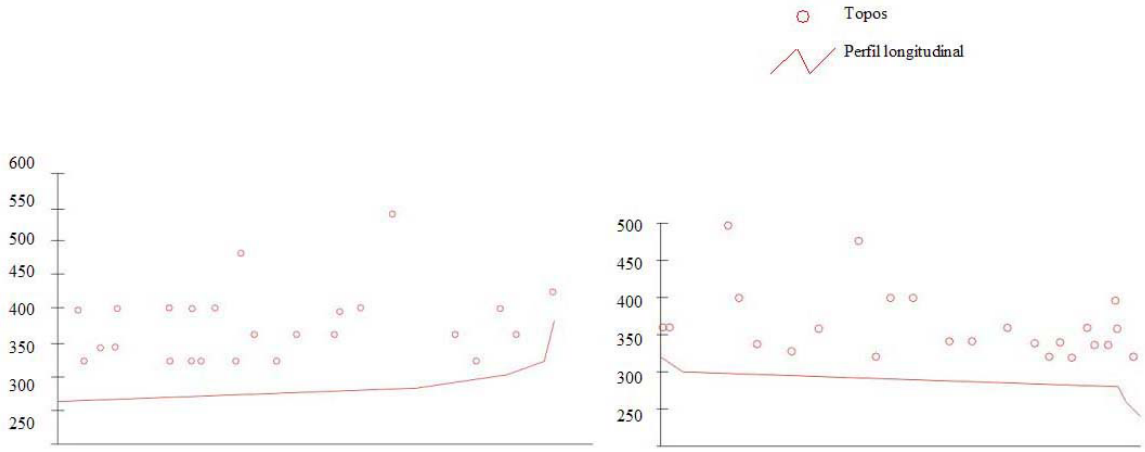


Figura 6 – Mapa hipsométrico das bacias Chiador e Santa Fé



Figuras 7 e 8 - Perfil longitudinal com varredura de topos do rio Chiador e Perfil longitudinal com varredura de topos do rio Santa Fé, respectivamente.

EIRADO SILVA *et al*. (1997) mencionam o fato da rede de canais do planalto sudeste já estar condicionada pelas estruturas que foram geradas durante a tectônica brasiliana, seguindo a foliação das rochas em direção ao interior do continente (provavelmente bacia sedimentar do Paraná). Estes mesmos autores apontam para uma redefinição dos fluxos hidrológicos no Médio Vale do Rio Paraíba do Sul, por meios de captura de drenagem a partir de um evento tectônico rúptil-extensional. Tal evento, gerado no cretáceo-paleogeno, deu origem ao Oceano Atlântico, promovendo o rebaixando do nível de base geral. Este novo nível permitiu às bacias potencializarem seu processo de incisão, promovendo a captura das antigas drenagens do interior para um novo sentido em direção ao oceano Atlântico. A informação de ajuste ao novo nível de base propaga-se até hoje nas redes de drenagem capturadas para o vale do rio Paraíba do Sul. Esta informação erosiva ainda desencadeia o retrabalhando dos depósitos de sedimentos, produzindo feições como a dos terraços fluviais e das voçorocas.

O fato dos depósitos serem quaternários não contradiz esta suposição à medida que as respostas ao rebaixamento do nível de base gerado pela abertura do Atlântico ainda estarem se processando. Obviamente, este processo tem seu fim apenas com a dissecação do relevo, no entanto, este processo ocorre de forma descontínua no espaço, de acordo

com a resistência litlógica e presença de níveis de base, e no tempo, de acordo com os pulsos de erosão remontante, quando os *knickpoints* são rompidos.

A informação erosiva teria avançado paulatinamente a montante da linha da costa, dissecando os sedimentos depositados e reorganizando as redes de drenagem através dos processos de captura de drenagem. Ela não seguiu de forma homogênea por toda a rede. Em alguns casos, como no nível de base do Chiador, sua presença retardou o avanço desta informação. Ela por sua vez seguiu por outros caminhos onde seu progresso foi permitido, mais uma vez seguindo a influência das lito-estruturas. No caso do rio Chiador, ao invés da dissecação do vale fluvial enfrentar o *knickpoint*, ela seguiu um outro caminho, capturando o rio Chiador pela sua antiga nascente, surgindo então uma nova bacia, a do rio Santa Fé.

Diferentemente do tipo de captura de drenagem descrito por CHRISTOFOLETI (1981) e por OLIVEIRA (2003) onde a um rio tributário avançaria sobre a encosta e capturaria o outro rio perpendicularmente, passando a controlar imediatamente a montante da área atingida e deixando um vale abandonado, neste modelo a captura de drenagem acontece longitudinalmente fazendo com que a bacia do rio Santa Fé progrida paulatinamente em direção a bacia do rio Chiador (captura longitudinal).

Ao ter rebaixado seu nível de base, o canal fluvial do vale do rio Santa Fé, que passou a correr em direção oposta a anterior, teve reativado seus processos erosivos, dissecando seus canais, dando origem aos terraços fluviais. Estes ao serem formados, deixaram expostas faces de exfiltração para as águas que migram das vertentes, podendo haver em situações de poro pressão crítica a remoção de sedimentos, formação de túneis e o colapso do teto, como sugerido por ONDA (1994) e DUNNE (1980). Destes túneis, surgem então voçorocas ligadas à rede de drenagem principal, expandindo esta sobre suas cabeceiras. Estas voçorocas ocorrem principalmente ao longo das concavidades, pois possuem sua formação relacionada ao acúmulo de fluxos d'água condicionadas pelas fraturas do substrato geológico, como exemplificou AVELAR e COELHO NETTO (1992) no médio vale do rio Paraíba do Sul.

Segundo nos coloca LEAL (2004) bacias adjacentes em níveis topográficos distintos podem promover a pirataria de águas subterrâneas em direção àquela de nível de base mais baixo. O fato da bacia do rio Santa Fé estar em expansão e incidindo seu fundo poderia significar que ela estaria pirateando água da bacia vizinha. PEDERSON (2001) afirma que durante o processo de pirataria, o canal capturado tende a perder energia de transporte e conseqüente acumulação de sedimentos, o que retroalimenta positivamente os fluxos em direção a bacia capturadora. Tal condição provavelmente estaria sendo exercida desde o primeiro passo da captura do rio Chiador pelo Santa Fé. Ao ter rebaixado o divisor de águas a água migrou para o rio Santa Fé, potencializando seus processos erosivos em detrimento desta atividade no rio Chiador.

A presença de um material com características de ambiente reduzido, nos perfis estratigráficos, pode ser conseqüência de um antigo nível freático que fora rebaixado em resposta ao rebaixamento do nível de base que ocorreu na bacia do Santa Fé, evidenciando o processo de incisão. No momento anterior a captura de drenagem esta superfície estaria submersa, adquirindo a cor acinzentada. Após a captura o nível freático supostamente teria sido rebaixado, revelando então o material que aflora, em um corte no divisor de águas e nos pacotes de sedimentos dissecados no rio Santa Fé.

Conclui-se que as capturas de drenagem são processos naturais que se desenvolvem a partir de fenômenos de escalas variadas, como rebaixamento do nível de base geral (oceano) ou do rebaixamento de níveis de base locais, mesmo que este seja subordinado ao primeiro. A partir de uma captura de drenagem, processos erosivos que poderiam estar em diferentes graus de atividade, são potencializados, ao se ajustarem às condições impostas pelo novo nível de base. As bacias do rio Chiador e Santa Fé, demonstram esta condição. Vemos que a primeira, aquela que foi capturada, encontra-se aparentemente em relativa estabilidade, controlada por um nível de base rochoso, com a ausência de

processos erosivos significativos. Enquanto isso a segunda, a capturadora, ainda procura se ajustar à nova informação vinda do rebaixamento do nível de base, dissecando seus pacotes sedimentares.

A ação antrópica na região resultou na formação de um ambiente propício para o aparecimento de voçorocas, como a cobertura por pasto e os cortes feitos para a construção de estradas que geram faces de exfiltração. No entanto não são estes os mecanismos preponderantes na geração destas feições erosivas. As voçorocas foram desencadeadas pelo rebaixamento do nível de base e a captura de drenagem do rio Chiador pelo rio Santa Fé. Esta captura gerou a reativação dos processos erosivos na formação das feições geomorfológicas. Do contrario o vale do rio Chiador apresentaria as mesmas feições, dado o fato dela ter passado pelo mesmo histórico de ocupação. As voçorocas constituem, então, um processo natural em resposta ao rebaixamento do nível de base das bacias de drenagem, enquanto que o uso do solo não é o detonador deste processo. O uso do solo, neste caso, influencia apenas no que diz respeito à intensidade do processo erosivo.A expansão da rede de drenagem acontece por meio das voçorocas, que por sua vez, aparecem preferencialmente ao longo das concavidades. Estas possuem direção orientada pelo condicionamento produzido pelas lito-estruturas. Sendo assim percebe-se que as lito-estrturas formam um conjunto de elementos que ditam os caminhos que serão seguidos na evolução das vertentes.

REFERÊNCIAS

AB'SABER, A. (2003) **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**, ed. Ateliê Editorial, São Paulo, pp. 16, 29.

AVELAR, A. S. & COELHO NETTO, A. L. (1992). Fraturas e desenvolvimento de unidades geomorfológicas côncavas no Médio Vale do Rio Paraíba do Sul, **Revista Brasileira de Geociências**, 22(2), pp. 222-227.

COELHO NETTO, A. L. (2003). Evolução das cabeceiras de drenagem no Médio vale do Rio Paraíba do Sul (SP/RJ): a formação e o crescimento da rede de canais sob controle estrutural, **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Ano 4, Nº 2, pp. 69-100.

COELHO NETTO, A. L.; ALMEIDA, J. C. H., EIRADO, L. G.; AVELAR, A. S.;

DANTAS, M. E. & FREITAS, M. M. (1995). O controle litológico-estrutural do substrato geológico na formação e desenvolvimento de rede de canais e da morfologia dos vales: bacia do rio Bananal e áreas adjacentes (SP/RJ): Médio Vale do Rio Paraíba do Sul, In: encontro de geomorfologia do sudeste, 1, Rio de Janeiro, **Anais...**, Rio de Janeiro, pp. 116-118.

COELHO NETTO, A. L.; FERNANDES, N. F. & DEUS, C. E. (1988). Gulling in the southeastern Brazilian Plateau, Bananal, SP. **Sediment Budgets, IAHS Publ**. no. 174, pp. 35-42.

COELHO NETTO, A. L. & FERNANDES, N. E. (1990). Hillslope erosion, sedimentation, and relief inversions in SE Brazil: Bananal, SP, **IAHS** Publ. 192, p. 174-182

CHRISTOFOLETTI, A. (1981). **Geomorfologia fluvial**, vol 1, editora Edgar Blucher LTDA, São Paulo, pp. 135-139

DANTAS, M. E. e COELHO NETTO, A. L. (1995). Impacto do ciclo cafeeiro na evolução da paisagem geomorfológica no Médio Vale do Rio Paraíba do Sul, **Cadernos de Geociências**, nº 15, pp. 65-72

DUARTE, B. P.; HEILBRON, M.; NIGUEIRA, J. R.; TUPINAMBÁ, M.; EIRADO, L. G.; VALLADARES, C. S.; ALMEIDA, J. C. & ALMEIDA, C. G. Geologia das folhas Juiz de Fora e Chiador, In: **Projeto Sul de Minas**, etapa I, pp. 153-258

DUNNE, T. (1980). Formation and controls of channel networks, **Progress in Physical Geography**, vol. 4, nº 2.

EIRADO SILVA L.G.; DANTAS, M.E. & COELHO NETTO, A.L. (1991) Condicionantes litoestruturais na formação de níveis de base locais ("knickpoints") e implicações geomorfológicas no médio vale do rio Paraíba do Sul -RJ/SP. In: III SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, Rio de Janeiro, **Anais...**. p. 96-100.

HEILBRON, M.; PEDROSA-SOARES, A. C.; NETO, M. C. C.; SILVA, L.C., TROUW, R.A.J. & JANASI, V.A. (2004). Província Mantiqueira. In: MANTESSO -N, Virginio; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C.; BRITO NEVES, B. (orgs.) **Geologia do Continente Sul-Americano**, cap. XIII, p.203-235.

HEILBRON, M.; VALERIANO, C. M.; VALLADARES, C. S. & MACHADO, N. (1995). Orogênese Brasiliana no segmento central da Faixa Ribeira, Brasil, **Revista Brasileira de Geociências**, 25 (4), pp. 249-266.

LEAL, P. J. (2004). Relações entre fluxos subterrâneos de vales vizinhos e a expansão da rede de drenagem via voçorocamentos na bacia do rio Piracema, Bananal, SP, Tese de Mestrado, PPGG-UFRJ

MOHRIAK, W. U (2004). Recursos energéticos ligados à reativação tectônica mesozóico-cenozóica da América do Sul In: MANTESSO-N, Virginio; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C.; BRITO NEVES, B. (orgs.) **Geologia do Continente Sul-Americano**, ed. BECA, cap. XVIII, p. 294-319

OLIVEIRA, D. (2003), A captura do Alto Guaratuba: uma proposta metodológica para o estudo da evolução do relevo da Serra do Mar, Boracéia – SP, Tese de Doutorado, USP, São Paulo.

ONDA, I. (1994). Seepage erosion and its implication to the formation of amphitheatre valley heads: a case study at OBARA, Japão. **Earth Surface Processes and Landforms**, vol. 19, pp. 627-640.

PEDERSON, D. T. (2001). Stream piracy revisited: a groundwater-sapping solution. **GSA TODAY**, Vol. 11, nº 9: pp. 4-10.

SARTI, T. P; CASTANHEIRA, M. V. S.; OLIVEIRA, C. M.; PARGA NINA, I; DART, R. O. & FREITAS, M. M. (2004), Captura de drenagem e processos erosivos no Médio Vale do Rio Paraíba do Sul – MG/RJ, V Simp. Nacional de Geomorfologia – I Encontro Sul-Americano de Geomorfologia, **Anais...**, eixo 4.